Incursion dans le monde des prothèses auditives numériques

Gada Kalil et Sam J. Daniel

Rémi souffre d'un début de presbyacousie, état intrinsèquement lié au vieillissement du système auditif. Il est très incommodé par sa baisse d'audition, car il est incapable d'entendre ses interlocuteurs dans des milieux bruyants, comme les restaurants. Il doit souvent demander aux gens de parler plus fort ou de répéter. Au téléphone, il a du mal à comprendre les adresses et les chiffres qu'on lui communique. De plus, bien qu'il ait de la difficulté à entendre les bruits faibles, ceux de forte intensité lui sont extrêmement désagréables. L'otoscopie a révélé un tympan intègre ainsi que l'absence d'un bouchon de cérumen.

Rémi envisage le recours à un appareil auditif. Il vous demande des renseignements généraux sur les prothèses auditives et leur mode d'emploi et veut savoir si la Régie de l'assurance maladie du Québec les rembourse. Que lui répondez-vous ?

Quel est le rôle de l'omnipraticien dans le dépistage et le suivi de la surdité ?

Selon l'Agence de la santé publique du Canada, plus de 30 % des Canadiens de plus de 65 ans souffrent d'une perte auditive[1]. Plus cette dernière est détectée tôt, meilleures sont les chances de réadaptation du patient en raison de la plasticité cérébrale et de la privation sensorielle. Ainsi, le médecin doit toujours s'informer du travail du patient et des niveaux de bruits produits par ses activités professionnelles. Par exemple, un actuaire ne court pas le même risque de surdité professionnelle qu'un chauffeur de camion. Par ailleurs, le médecin doit également s'enquérir des antécédents familiaux auditifs et des antécédents médicaux (otites et autres infections de l'oreille moyenne) de son patient. De plus, à partir de 55 ans, tous les patients doivent être fortement encouragés à passer un test de dépistage annuel de la surdité par mesure de prévention.

Lorsque la personne se plaint d'une baisse de l'audition, le médecin doit vérifier l'intégrité de la membrane tympanique, la présence de cérumen ainsi que la présence d'écoulement otique. Si des problèmes médicaux sont soupçonnés, le patient sera orienté en otorhinolaryngologie.

Voici maintenant un aperçu des diverses prothèses existantes pour aider les patients atteints de surdité.

Qu'est-ce qu'une prothèse auditive ?

Une prothèse auditive est un dispositif permettant d'amplifier le son. Elle comprend essentiellement quatre parties :

- ○ un microphone, qui permet de recueillir les sons de l'environnement et de les transformer en impulsions électriques ;
- △ un amplificateur d'entrée, qui renforce l'intensité de l'énergie électrique ;
- □ un écouteur, qui restitue l'énergie électrique en énergie acoustique dans l'oreille ;
- ◎ une pile, qui fournit de l'énergie au système.

Le Dr Sam J. Daniel est directeur du programme d'aide auditive à ancrage osseux du Département d'otorhinolaryngologie de l'Hôpital de Montréal pour enfants et directeur du Laboratoire de sciences auditives de l'Université McGill. Mme Gada Kalil est assistante de recherche au Laboratoire de sciences auditives de l'Université McGill.

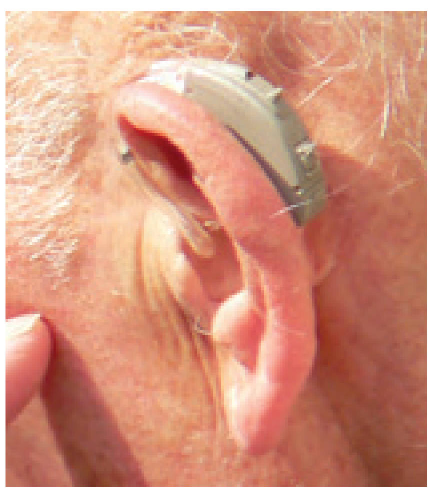

Photo 1. *Prothèse contour*


Photo 2. *Prothèse intraconduit*


Photo 3. *Prothèse intraconque*

Quels sont les modèles de prothèses auditives offerts au Canada ?

Le patient a le choix entre deux catégories de prothèses auditives, soit :

- la prothèse contour, qui se place derrière le pavillon de l'oreille (*photo 1*) ; et
- la prothèse intra-auriculaire, qui comprend deux modèles :
  - les prothèses intraconduit, qui épousent complètement ou en partie le conduit auditif (*photo 2*) ;
  - les prothèses intraconque, qui épousent complètement ou en partie la conque de l'oreille (*photo 3*).

Qui peut tirer profit du port d'une prothèse auditive ?

Toute personne éprouvant une baisse non traitable de l'audition pourrait tirer profit d'une prothèse auditive. Cependant, le port d'une prothèse auditive peut s'avérer inutile dans certains cas, comme chez les patients atteints de surdité profonde ou d'une malformation de l'oreille externe ou moyenne ou encore ayant souffert d'une d'otorrhée chronique. D'autres types d'appareils auditifs sont alors recommandés (*tableau*).

Qu'est-ce qu'une bonne prothèse auditive ?

Bien des gens pensent qu'une simple amplification du son permettrait à une personne malentendante de retrouver une audition normale. Malheureusement, ce n'est pas aussi simple. En effet, le problème d'amplification est beaucoup plus complexe, car l'audiogramme d'une personne malentendante peut révéler une audition tributaire des fréquences. L'audition peut, par exemple, être normale pour les sons de basses fréquences et réduite pour ceux de hautes fréquences, d'où la nécessité d'amplifier certaines fréquences seulement. Par ailleurs, l'atteinte des cellules ciliées externes de la cochlée, dans le cas d'une surdité neurosensorielle (*figure 1*), entraîne une perte de sélectivité fréquentielle, c'est-à-dire en la capacité de distinguer deux fréquences proches, d'où une difficulté pour un malentendant de différencier la parole du bruit[3]. La prothèse auditive doit donc amplifier davantage le signal que le bruit[3] afin de pouvoir extraire la parole du milieu bruyant. Enfin, bien que les seuils auditifs d'un malentendant soient abaissés, le niveau d'inconfort pour les sons forts demeure le même[3]. Ce phénomène s'appelle « recrutement ». Ainsi, l'amplification du son ne doit pas être linéaire, c'est-à-dire que les sons bas, moyens ou forts ne doivent pas être amplifiés de la même façon puisque cela provoquerait de l'inconfort.

Par conséquent, une bonne prothèse auditive doit amplifier sélectivement certaines fréquences afin de procurer une meilleure compréhension de la parole, une plus grande intelligibilité dans le bruit et un meilleur confort. Elle doit également maximiser l'utilisation du champ auditif résiduel du malentendant.

Comment fonctionne la prothèse auditive ?

Il existe sur le marché mondial trois types de prothèses auditives, soit les prothèses auditives analogi-

Tableau

Différents types d'appareils auditifs

Type d'appareil	Mode de fonctionnement	Qui peut en tirer profit ?
Prothèse auditive à ancrage osseux (Baha)	Achemine le son par conduction osseuse des vibrations de l'appareil sur la mastoïde	◎ Patients ayant une malformation de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne. ◎ Patients ayant une perte auditive et souffrant d'otite chronique avec épanchement.
Implant cochléaire	Transforme, grâce à des microélectrodes, les signaux analogiques captés par un microphone en signaux numériques stimulant directement le nerf auditif[1]	Personnes sourdes qui ne tirent plus d'avantages d'un appareil auditif, même extrêmement puissant.
Prothèse auditive	Amplifie le son de façon préférentielle par voie aérienne	Toute personne souffrant de surdité de perception ou de surdité de transmission allant de légère à importante. La motivation de la personne à porter un appareil est un facteur important à prendre en compte.
Prothèse ossiculaire	Remplace un ou plusieurs osselets de l'oreille moyenne (différents matériaux et diverses formes sont disponibles)	Toute personne souffrant d'une altération de la chaîne ossiculaire de l'oreille moyenne.
Implant du tronc cérébral	Stimule directement le noyau cochléaire à l'aide de microélectrodes adaptées à l'anatomie du tronc cérébral. Il s'agit davantage d'une sensation d'audition que d'une audition réelle	Personnes chez qui une implantation cochléaire est impossible en raison d'une lésion aux nerfs auditifs chargés de transmettre les signaux sonores au cerveau.
Implant hybride	Combine une double stimulation, électrique pour les fréquences aiguës (comme un implant cochléaire) et acoustique pour les fréquences graves (comme un appareil auditif)[2]	Type d'appareil indiqué dans les cas de surdité importante portant sur les fréquences aiguës, en particulier en présence de zones cochléaires mortes, tandis que des restes auditifs persistent sur les fréquences graves[2].

ques, les prothèses auditives analogiques à programmation numérique et les prothèses auditives numériques. Elles diffèrent essentiellement par leur traitement de l'onde sonore. Aujourd'hui, la grande majorité des appareils auditifs sur le marché canadien sont de types numériques. Les prothèses auditives analogiques se font de plus en plus rares et vont bientôt disparaître.

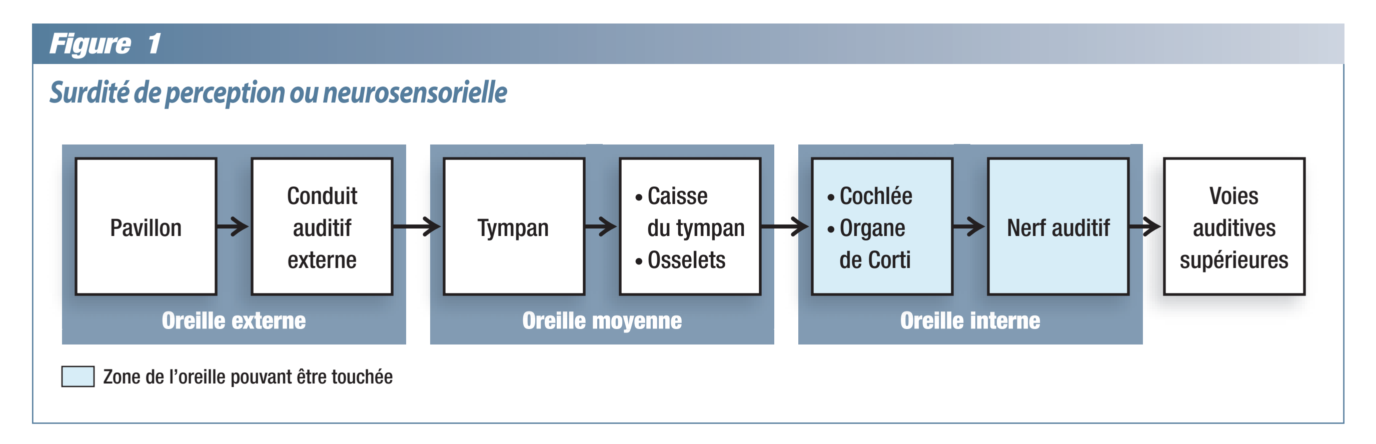
Comment fonctionne la prothèse auditive numérique

Les prothèses auditives numériques captent d'abord l'onde acoustique (*figure 2*), puis convertissent le signal analogique en un signal numérique grâce à un microprocesseur. La numérisation du signal repose sur deux activités parallèles, soit l'échantillonnage et la quantification[4]. L'échantillonnage consiste à prélever des échantillons du signal à des moments séparés également dans le temps. Quant à la quantification, son objectif est d'assigner des valeurs mathématiques repérables à chaque onde sinusoïdale échantillonnée[4]. Ces valeurs mathématiques sont transcrites selon un mode binaire (0 ou 1), le langage de traitement des ordinateurs (les bits). Le signal numérique binaire est, par la suite, envoyé à un microprocesseur qui dicte à la prothèse auditive, par l'intermédiaire des algorithmes (formules mathématiques), la façon de traiter le signal. Ce dernier est ensuite transformé par le convertisseur numérique analogique en un son que l'oreille peut capter.

La fidélité du signal numérique dépendra de la fréquence d'échantillonnage. Plus cette dernière est grande,

Figure 1

Surdité de perception ou neurosensorielle



plus le signal numérique est fidèle à l'original. Si elle est basse, une distorsion du signal peut survenir, causant un changement de la fréquence originale[4]. Par ailleurs, la qualité du signal dépend également du nombre de bits qu'un échantillon peut prendre[4] : plus ce nombre est grand, meilleure est la qualité.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la grande majorité des prothèses auditives actuellement offertes sur le marché canadien sont de type numérique. Elles ont l'avantage d'offrir plus de possibilités quant à la manipulation, au traitement et à la modification du signal sonore (voir la section ci-dessus). Elles ont, par contre, l'inconvénient d'être plus coûteuses que les deux autres types de prothèses et nécessitent plus fréquemment un changement de pile. Il existe sur le marché plusieurs qualités de prothèses auditives numériques. Le choix du modèle doit tenir compte du milieu de vie du patient et, bien sûr, de son budget.

Quels sont les avantages de la prothèse auditive numérique ?

Comparativement à un appareil auditif de type analogique, la prothèse auditive numérique possède l'avantage d'avoir une ou plusieurs des options suivantes :

Le système multicanal

Il est courant chez une personne souffrant de surdité que l'audition varie selon les fréquences, d'où l'intérêt de pouvoir intervenir sur chaque fréquence séparément. Le traitement numérique du signal offre cette option puisqu'il divise le son en plusieurs bandes de fréquences. L'audioprothésiste peut alors fournir le degré de compression ou d'amplification le plus adéquat pour chaque canal fréquentiel.

Les signaux dans chaque canal sont, par la suite, recombinés pour former un son cohérent audible par le malentendant. Par ailleurs, le nombre de canaux fréquentiels augmente avec la qualité de la prothèse, ce qui offre plus de précision.

La réduction du bruit

Le bruit de fond excessif est une plainte fréquente des utilisateurs de prothèses. La réduction du bruit de fond vise à améliorer le confort d'écoute et la compréhension du langage

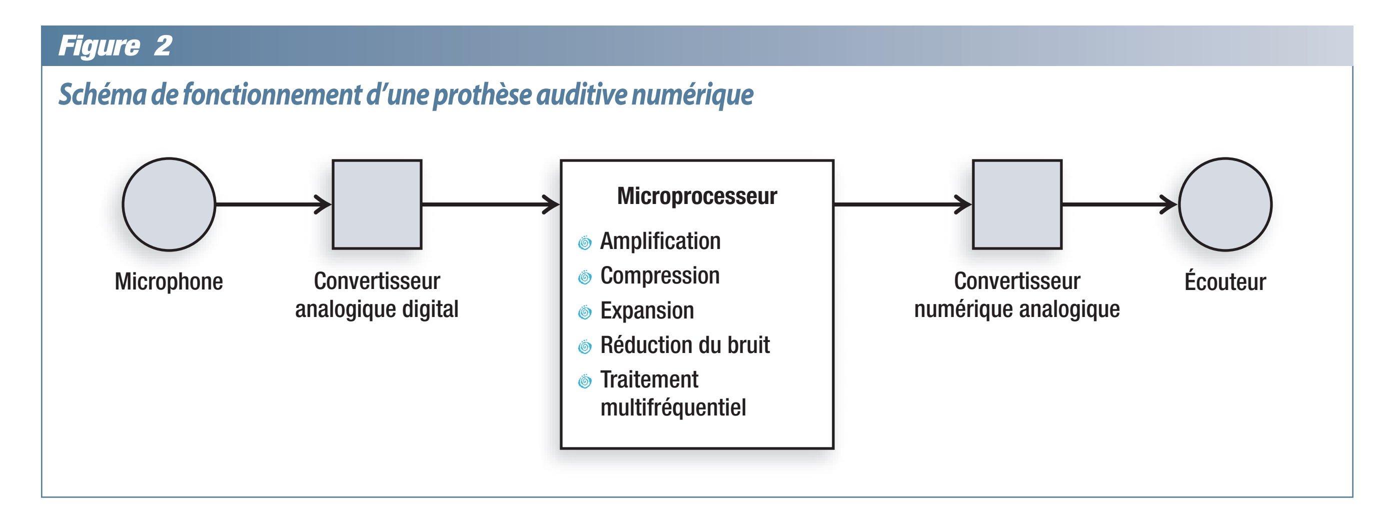
Auparavant, la diminution du bruit de fond s'effectuait par le réduction du gain des sons de basses fréquences. Cependant, cette méthode entraînait la perte d'informations indispensables à la compréhension du message. Dans les appareils auditifs numériques, une autre technique est employée. Elle vise à privilégier les sons liés à la parole au détriment de ceux qui sont associés au bruit. La prothèse auditive contient un programme informatique, appelé algorithme de réduction du bruit, qui permet de différencier la parole du bruit à l'aide d'une analyse temporelle et fréquentielle du signal sonore, le bruit étant constant dans le temps alors que la parole fluctue rapidement[4]. Ainsi, l'amplification des fréquences apparentées au bruit est réduite comparativement à celle du signal associé à la parole, ce qui entraîne une amélioration du ratio signal/bruit de fond et, donc, une meilleure écoute. Par ailleurs, plus le programme informatique est perfectionné, plus la réduction du bruit s'avère efficace.

L'expansion

En amplifiant tous les sons, les prothèses auditives augmentent inévitablement le gain des sons non désirés de faible intensité, comme les bruits internes de la prothèse ou encore les bruits de fourchette ou de

Figure 2

Schéma de fonctionnement d'une prothèse auditive numérique



cuillère dans un restaurant.

L'expansion, un nouveau mode d'amplification arrivé récemment dans le monde des prothèses numériques, permet de remédier à un tel problème, en augmentant peu les sons de faible intensité et davantage ceux d'intensité moyenne, comme la parole[5]. L'expansion a ainsi l'avantage d'améliorer le confort d'écoute chez les personnes pour qui le bruit ambiant constitue une source de dérangement[5].

Le microphone multidirectionnel

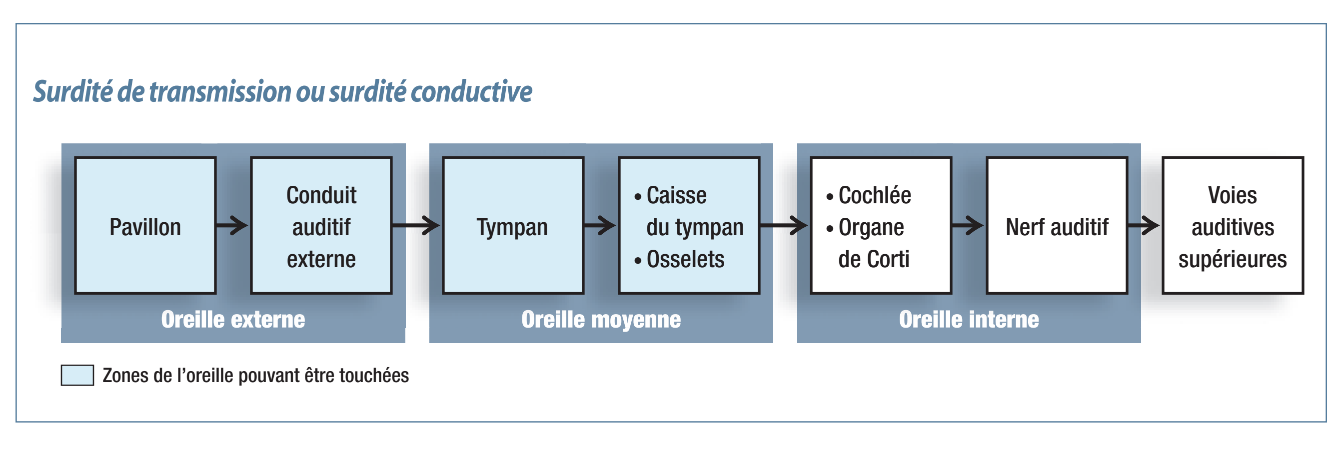
Les prothèses auditives traditionnelles comprennent un microphone omnidirectionnel qui recueille et amplifie tous les sons environnants quelle que soit leur provenance. Les microphones actuels des prothèses auditives numériques sont conçus pour remédier à un tel problème. Ils permettent une meilleure reconnaissance de la parole dans le bruit. En effet, ils sont composés d'au moins deux microphones omnidirectionnels, dont l'un est dirigé vers l'avant et l'autre vers l'arrière. Selon la direction du son, celui-ci est soit amplifié par l'un des deux microphones, soit supprimé afin d'améliorer le ratio signal/bruit et donc d'accroître l'intelligibilité dans le bruit[3].

La suppression automatique de l'effet Larsen

L'effet Larsen se produit lorsqu'un émetteur amplifié (Ex. : haut-parleur d'un téléphone) et un récepteur (Ex. : microphone d'une prothèse auditive) sont placés à proximité l'un de l'autre. Le son venant de l'émetteur est capté par le récepteur qui le retransmet amplifié à l'émetteur. Cette boucle produit un signal auto-ondulatoire. Il se forme ainsi des oscillations dont l'amplitude atteint très vite la valeur maximale que l'amplificateur est capable de prendre et qui se traduisent par un sifflement strident caractéristique[6]. Lors du port d'un appareil auditif, l'effet Larsen se produit surtout lorsque le volume de la prothèse est fort et que cette dernière est proche d'une surface réfléchissante, comme un téléphone mobile.

Dans les prothèses auditives analogiques, la suppression de l'effet Larsen s'effectue par la réduction

Surdité de transmission ou surdité conductive



Encadré 1

Conditions d'admissibilité en vue du remboursement d'une prothèse auditive par la RAMQ[9]

- Avoir moins de 12 ans et être atteint d'une déficience auditive susceptible de compromettre le développement de la parole et du langage.
- Avoir entre 12 et 18 ans et une déficience auditive moyenne d'au moins 25 décibels dans une oreille.
- Avoir au moins 19 ans et une déficience auditive moyenne d'au moins 25 décibels dans une oreille et poursuivre un programme d'études menant à l'obtention d'un diplôme ou d'une attestation reconnue par le ministère de l'Éducation.
- Avoir une oreille dont la capacité auditive la plus grande est touchée d'une déficience auditive moyenne d'au moins 35 décibels (sans limite d'âge).
- Avoir, en plus d'une déficience auditive, d'autres déficiences causant un ensemble de limitations fonctionnelles qui empêchent l'intégration sociale, scolaire ou professionnelle (sans limite d'âge).

du gain, habituellement dans les hautes fréquences[7]. Dans une prothèse auditive numérique, il est possible de programmer l'appareil afin de produire un signal en opposition de phase qui annule le signal de réaction[7]. Là également, la qualité de la prothèse auditive accroît la performance.

Le système de multiprogrammation

Auparavant, avec les appareils auditifs analogiques, il était difficile de trouver un seul réglage optimal pour toutes les situations d'écoute possibles. La prothèse multiprogrammable, appelée également prothèse à mémoire multiple, permet à l'utilisateur de choisir parmi tous les programmes de sa prothèse celui qui convient le mieux à l'environnement dans lequel il se trouve. Ce dernier peut, par exemple, opter pour un programme qui maximise l'écoute de son interlocuteur dans un restaurant ou encore qui améliore l'écoute du bruit ambiant au moment de traverser une rue. Depuis peu, une nouvelle option permet le changement automatique du programme, selon la situation d'écoute du patient.

Appareillage monophonique ou stéréophonique ?

Lorsqu'une personne souffre d'une surdité des deux oreilles, l'appareillage stéréophonique permet d'obtenir une meilleure écoute. En effet, les études ont montré que ce type d'appareillage procure une meilleure localisation du son[8], un plus grand confort d'écoute[8], une plus grande capacité à distinguer les mots dans un environnement bruyant[8], une meilleure qualité sonore[8] ainsi qu'une stimulation auditive[8] permettant d'éviter une privation sensorielle et, par conséquent, une détérioration du niveau auditif de l'oreille non appareillée. Il est à noter que l'appareillage stéréophonique n'est pas de mise chez les personnes souffrant de surdité d'une seule oreille.

Qui paie quoi ?

Plusieurs organismes offrent une aide financière pour l'achat des appareils auditifs. La Régie de l'assurance maladie du Québec (voir section ci-dessous), la Commission de la santé et sécurité du travail (CSST), les Anciens Combattants du Canada et les assureurs privés, notamment, peuvent acquitter, en tout ou en partie, les frais liés à l'achat d'un appareil auditif.

Régie de l'assurance maladie du Québec et remboursement des prothèses auditives. Qui est admissible ?

La Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) offre le remboursement d'une prothèse auditive et, dans certains cas, des deux prothèses. Selon la RAMQ, pour y être admissible, il faut préalablement obtenir, de l'oto-rhinolaryngologiste ou de l'audiologiste, un audiogramme et une attestation de la nécessité du port d'une aide auditive[9]. Pour les personnes de plus de 65 ans, seul un audiologiste est habilité à effectuer un audiogramme. Par ailleurs, le patient doit également répondre à une des conditions énumérées dans l'*encadré 1*. Il est à noter que la RAMQ défraie uniquement les coûts de deux catégories de prothèses auditives, soit les prothèses contour et les prothèses intraconques. Les prothèses intraconques ne sont pas incluses dans le programme de remboursement de la RAMQ.

Les prothèses auditives numériques diffèrent des appareils auditifs analogiques en ce qui a trait au traitement du signal. Ce dernier, lorsqu'il est numérisé, peut être manipulé plus facilement et subir différentes modifications. Il est important de mentionner, cependant, qu'une prothèse auditive demeure une « béquille ». Elle peut certes améliorer la qualité de vie d'un malentendant, mais ne constitue pas la solution

Encadré 2

Tests auditifs en vue du port d'un appareil

Audiométrie tonale

L'audiométrie tonale constitue l'outil de choix pour le dépistage de la surdité ainsi que l'étape préalable obligatoire au port d'un appareil auditif. Ce test diagnostique permet de qualifier le degré de perte auditive pour savoir s'il s'agit d'une surdité de perception (*figure 1*) ou de transmission (*figure 3*). De plus, il permet de quantifier la nature de la perte auditive pour déterminer s'il s'agit d'une surdité légère, modérée, importante, très importante ou profonde.

Principe

L'audiométrie tonale consiste à envoyer des sons dans l'oreille par deux voies différentes, soit la voie aérienne et la voie osseuse, en en variant l'intensité et la fréquence. Lors du test par voie aérienne, les sons sont transmis à l'oreille par un casque ou des écouteurs. L'examinateur note, pour chaque fréquence envoyée, la dernière intensité à laquelle le son a été perçu par le patient. Le test par voie aérienne vise essentiellement à vérifier l'intégrité de l'oreille externe et de l'oreille moyenne. Le test audiométrique par voie osseuse repose sur le même principe à la différence que le son est envoyé par un vibrateur placé sur la mastoïde derrière l'oreille. Le but principal de ce test est de vérifier l'intégrité de l'oreille interne.

Une personne est considérée comme étant atteinte de surdité lorsque le seuil d'audition égale ou dépasse 25 dB HL* pour au moins deux fréquences.

Audiométrie vocale

L'audiométrie vocale est complémentaire à l'audiométrie tonale. Elle consiste à envoyer, dans les deux oreilles du patient, une série de mots dont l'intensité est graduellement diminuée. Le patient doit répéter les mots tels qu'il les entend. Le testeur note le pourcentage de mots répétés correctement. Il peut également établir les degrés d'intensité vocale qui sont confortables et inconfortables pour le patient.

Cet examen n'a pas de valeur diagnostique en tant que telle, car il ne donne pas d'informations quantitatives sur la perte d'audition. Par contre, il permet de déterminer le pronostic de la réadaptation auditive. Ce dernier est peu encourageant lorsque le pourcentage de mots répétés est faible même à une intensité élevée.

* niveau d'audition

miracle pour restituer totalement l'acuité auditive d'une personne souffrant de perte d'audition.

*Après avoir brossé un tableau général des appareils auditifs à Rémi, vous l'avez dirigé vers un audiologiste pour passer un bilan audiologique (*encadré 2*). Avec son audiogramme en main, il a par la suite consulté un audioprothésiste en vue de l'achat d'un appareil auditif. Étant donné qu'il souffre d'une surdité légère et qu'il aimerait que sa prothèse soit peu visible, il a choisi une prothèse de type intraconque.*

Date de réception : 26 mai 2008
Date d'acceptation : 8 juillet 2008

Bibliographie

1. Agence de la santé publique du Canada. Hearing loss info-sheet for seniors. Site Internet : *www.phac-aspc.gc.ca/seniors-aines/pubs/info_sheets/hearing_loss/index.htm* (Date de consultation : le 11 juillet 2008).
2. Bouccara D, Avan P, Mosnier I et coll. Réhabilitation auditive. *Médecine/Sciences* 2005 ; 21 (2) : 190-7.
3. Kim HH, Barrs DM. Hearing aids: A review of what's new. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006 ; 134 (6) : 1043-50.
4. Maltby M. *Principles of hearing aid audiology.* 2e éd. Londres : Wiley ; 2002.
5. Hearing aid expansion. *Practioner's notebook* 2000 ; 53 (10) : 79. Site Internet : *www.audiologyonline.com/theHearingJournal/pdfs/HJ2000_10_pg79.pdf* (Date de consultation : le 10 décembre 2007).
6. Wikipédia, encyclopédie en ligne. Effet Larsen. Site Internet : *http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Larsen* (Date de consultation : le 10 décembre 2007).
7. Levitt H. A historical perspective on digital hearing AIDS: how digital technology has changed modern hearing AIDS. *Trends Amplif* 2007 ; 11 (1) : 7-24.
8. Mayer D. Les appareils auditifs. *Bulletin d'information du CSSS du Lac-des-Deux-Montagnes* 2008 ; 3 (3) : 6.
9. Régie de l'assurance maladie du Québec. *Programme d'aides auditives.* Site Internet : *www.formulaire.gouv.qc.ca/cgi/affiche_doc.cgi?dossier=286&table=0* (Date de consultation : le 29 avril 2007).

Les auteurs remercient Mme Virginie Robert-Lalande, audioprothésiste, pour la révision de cet article.